

Konstgjorda våtmarksöar - flytande reningsverk?

Artificial wetland islands -
floating sewage plants?



Anna Bärq

Examensarbete 15 p
Landskapsingenjörsprogrammet
Självständigt arbete vid LTJ - fakulteten, SLU
Alnarp 2013

Konstgjorda våtmarksöar - flytande reningsverk

Artificial wetland islands - floating sewage plants?

Anna Bårg

Handledare: Åsa Bensch, SLU,
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Examinator: Anders Kristoffersson, SLU,
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Examensarbete för landskapsingenjörer

Kurskod: EX0359

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2013

Omslagsbild: Veg Tech AB

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Flytande våtmark, rening, biofilm, mikroorganismer, rötter, metaller, näringsämnen, floating treatment wetlands, floating wetlands.

Förord

Detta examensarbete är skrivet på C – nivå omfattande 15 högskolepoäng inom teknologi på landskapsingenjörsprogrammet vid Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.Handledare har varit Åsa Bensch.

Jag vill tacka min handledare Åsa Bensch för stödet och all hjälp med struktur och formalia till arbetet. Jag vill även tacka Eva Björkman på Stockholms universitet och Wladimir Givovich på Veg Tech AB. Tack Eva för att du ställde upp på en intervju och tack Wladimir för att jag fick komma på studiebesök och för att jag fick intervjua även dig.

Jag skulle även vilja tacka min familj och mina vänner som har stöttat mig igenom arbetets gång.

Tack!

Anna Bärq 2013-03-11

Sammanfattning

År 2000 godkände Sverige EUs vattendirektiv. Det innebär att vi måste arbeta för att vattnet ska ha en god kvalitet och det får inte ha för höga halter av förorenade ämnen. Vid förorening kan vattnet skada människor, djur och växter. Sverige måste ständigt jobba och förbättra reningen av vårt dagvatten. Reningen av dagvattnet och på vilket sätt det ska ske är något som ständigt kan förnyas och förbättras. Idag renas dagvatten med hjälp av dammar och våtmarker och reningen kan bli bättre med hjälp av flytande våtmarker.

Syftet med denna uppsats har varit att ta fram mer information om flytande våtmarker och att sprida denna så att intresset och kunskapen ökar och förhoppningsvis även användningen av dem så att reningen av dagvattnet kan förbättras.

Arbetet innehåller en litteraturstudie och resultat från intervjuer vilka bägge syftar att ta reda på hur en flytande våtmark fungerar, hur den är konstruerad, vilken typ av skötsel den kräver, vilka växter som fungerar bäst, hur de renar vattnet och hur man skulle kunna använda sig av dem här i Sverige.

I arbetet finns det information om när en flytande våtmark renar som bäst, vilka typer av växter som bör användas och vilka typer av stommar det finns till den flytande våtmarken. Det tas även upp för- och nackdelar med de flytande våtmarkerna, dess effekt och dess konstruktion. Arbetet avslutas med att ge ett förslag på hur en flytande våtmark skulle kunna konstrueras om den skulle placeras i dammen Plaskan som ligger på Alnarps campus område.

Uppsatsen visar att det är med relativt små medel går att avsevärt förbättra reningen av dagvattnet i våra dammar. Förhoppningsvis kommer denna uppsats väcka det intresse som gör att användandet av flytande våtmarker vid reningen av dagvatten ökar även här i Sverige.

Innehållsförteckning

| | |
|--|----|
| Inledning | 7 |
| Bakgrund..... | 7 |
| Frågeställning..... | 8 |
| Syfte/Mål..... | 8 |
| Avgränsning..... | 8 |
| Metod/material..... | 8 |
| Flytande våtmarker | 9 |
| Vad är en flytande våtmark?..... | 9 |
| Reningsfunktion..... | 11 |
| Metaller, organiska miljögifter och deras miljöpåverkan..... | 13 |
| Flytande våtmark i kallt klimat..... | 14 |
| Konstruktioner av flytande våtmarker..... | 14 |
| BioHaven®..... | 15 |
| Tech-IA®..... | 17 |
| Vegetationen på flytande våtmarker..... | 17 |
| Ekonomi och skötsel..... | 21 |
| Förslag på flytande våtmark i dammen Plaskan | 21 |
| Diskussion | 24 |
| Referenslista | 27 |
| Figurer..... | 30 |

Inledning

Bakgrund

Under 1800-talet och början på 1900-talet torrlades många våtmarker och många sjöar sänktes i Skåne. En del vattenavledningsföretag var så stora att en del stora sjöar torrlades helt. Man gjorde detta för att skapa nya åkermarker. På grund av dessa åtgärder har arealen våtmarker minskat kraftigt sedan 1800-talet (Emanuelsson et.al, 2002). I vissa delar av landet har ca 90 procent av våtmarkerna fått ge plats åt jordbruket (Hassel, 2010). Klarvattenytor som sjöar har inte minskat lika drastiskt då det har tillkommit många små vattenfyllda ytor som till exempel mägergravar, stenbrott och torvgravar. I och med dessa förändringar i landskapet har många av de svenska våtmarksberoende fåglarna minskat i antal eller försvunnit helt (Emanuelsson et.al, 2002). Idag försöker man återskapa våtmarker där de tidigare har funnits. Detta görs för att minska växtnäringssläckage till omgivande sjöar, vattendrag och hav, men även för att gynna den biologiska mångfalden. Genom att återinföra våtmarkerna gynnar man inte bara den biologiska mångfalden utan man återskapar även ett historiskt landskap (Hassel 2010).

Idag försöker Sverige jobba för en hållbar vattenförvaltning, det vill säga att man arbetar för att få en så god vattenstatus som möjligt. När dagvatten spolar rent, till exempel gator, sköljs föroreningar med till dammar och sjöar. Föroreningar i vatten kan drabba både människor, djur och växter (Alm, Banach, Larm, år 2010).

År 2000 godkände EU-länderna ett ramdirektiv för vatten, även kallat vattendirektiv, 2000/60/EG. Med detta vattendirektiv ska länderna säkra en tillgång till vatten med god kvalitet (Svenskt Vatten AB, 2011).

Enligt vattendirektivets förteckning får vattnet inte ha för höga halter av förorenande ämnen, det vill säga att vattnet ska ha en god kemisk status. Som tidigare sagt ska vattnet även ha en god status, vilket innebär att det ska vara en bra livsmiljö för djur och växter (Hägerhäll, Vidarve, 2005). Övergödning av vatten kan leda till syrebrist som i sin tur leder till att den biologiska mångfalden i vattnet minskar. Det är inte enbart ytvattnet som kan drabbas utan även grundvattnet. Grundvattenkvaliteten blir sämre genom att lätttrörligt nitrat tar sig ner genom markprofilen och förorenar grundvattnet (Hagerberg et.al., 2004).

Det är ganska vanligt att vattnet renas med hjälp av en mekanisk rening i våra reningsverk. Denna typ av rening tar enbart hand om avloppsvatten och inte dagvatten och vatten från jordbruket (Stewart et.al. 2008).

En annan vanlig lösning man använder sig av är fördröjningsdammarna för att se till så att dagvattnet renas och att det tar sig långsammare till olika recipienter, som tar emot dagvattnet. För att förbättra reningskapaciteten används ofta våtmarker ihop med dammar (Tanner, Headly, 2008).

För att ytterligare förbättra reningen av dagvatten kan man använda sig av något som kallas för flytande våtmark.

Flytande våtmarker är intressanta att studera och det har inte gjorts någon forskning om detta i Sverige, i och med detta saknas det litteratur på svenska i ämnet. Det behövs litteratur där det finns information om var man kan använda de flytande våtmarkerna, hur de anläggs, vilka material och arter man kan använda sig av.

Frågeställning

I arbetet ska följande frågor besvaras:

- Hur skulle en konstruerad flytande våtmark kunna se ut i Sverige?
- Finns det en framtid för konstruerade flytande våtmarker i Sverige?
- Vilka fördelar har konstruerade flytande våtmarker?
- Vilka problem finns med konstruerade flytande våtmarker?

Syfte/mål

Syftet med denna uppsats är att sprida kunskap och väcka intresse för de flytande våtmarkerna hos projektörer, landskapsingenjörer, landskapsarkitekter, VA-ingenjörer och samhällsplanerare. Att ta fram mer information skulle förhoppningsvis leda till att de flytande våtmarkerna kommer börja användas även här.

Målet är att ta reda på hur vi ska kunna skapa flytande våtmarker i Sverige och dess för- och nackdelar. Mitt personliga mål är att öka min egen kunskap inom området, för att förhoppningsvis kunna argumentera kring för- och nackdelarna om det i framtiden.

Avgränsning

Arbetet beskriver olika konstruktioner på flytande våtmarker från olika delar av världen. I slutet av arbetet ges det ett förslag på hur flytande våtmarker kan konstrueras för södra Sverige, hur de kan anläggas, vilka material man kan använda och ett begränsat antal arter. På grund av att Sverige är så långt och har olika klimatzoner görs det en fallstudie på hur det skulle kunna se ut om en flytande våtmark anlades i dammen Plaskan som ligger på SLU Alnarps campus, i södra Sverige ca 11 km norr om Malmö.

Metod/material

Informationssökningen skedde med hjälp av en litteraturstudie. De faktauppgifter som har använts kommer främst från artiklar, böcker och databaser som Google, Google Scholar, Primo och Web Of Knowledge. Jag har varit i kontakt med och besökt företaget Veg Tech samt kontaktat tekn. dr. Eva Björkman på institutionen för material- och miljökemi på Stockholms universitet. Sökord har varit Floating Wetlands, Floating Treatment Wetland, flytande våtmark eller Floating Islands.

Flytande våtmarker

Våtmarksväxter med rötterna i sedimentet klarar bara ett vattendjup på ca 30 cm och kan då få permanenta skador om de utsätts för översvämningar under många eller långa perioder (Tanner, Headley, 2008).

För att reningen i till exempel dammar ska fortsätta fungera trots översvämningar kan man använda sig av flytande våtmarker. Vid användning av flytande våtmarker växer växterna på öar och inte i sediment så vattendjupet har ingen stor betydelse (Chang, Islam, Wanielista, 2012).

För att förbättra reningen i en damm är kompletterande flytande våtmarker ett effektivt sätt att ta bort lösta föroreningar och finare partiklar medan dammen i sig är effektiv på att dämpa hydrauliken och ta bort grövre uppslammat material (Headley, Tanner 2008).

USA, Australien och Nya Zeeland är exempel på några av länderna som använder sig av flytande våtmarker för att rena dagvatten.

I Sverige har man inte börjat använda sig av metoden än men ett företag ligger i startgroparna och har precis tagit fram och börjat sälja flytande våtmarker.

Vad är en flytande våtmark?

Om nederbörds mängderna ökar kan det leda till att vattennivån i till exempel vattendrag, sjöar och dammar kommer öka (Svenskt Vatten AB, 2011). Vegetationen i en våtmark klarar bara att stå under vatten en kort period (Tanner, Headley, 2011). Ökar vattennivån under vissa delar av året kommer vegetationen i våtmarkerna inte att överleva någon längre tid och då minskar reningseffekten. För att bibehålla reningen av vattnet kan flytande våtmarker vara en bra metod att använda sig av (se figur 1).

Växterna på de flytande våtmarkerna dränks inte vid höga vattenstånd så de överlever när vattennivån ändras. Istället för att växterna har rötterna i sedimentet/botten växer de på de flytande öarna och har rötterna direkt i vattnet (Tanner, Headley 2011). I och med att rötterna är i direkt kontakt med vattnet tvingas växterna att ta näring från vattnet och inte från sedimentet som de normalt skulle gjort (se figur 3) (Chang et.al. 2012). Detta kan leda till att det blir en ökning av upptag av näringsämnen från vattnet till biomassan (Stewart et.al. 2008). Reningen sker biologiskt via en kombination av mikrobiell- och växtaktivitet (Stewart et.al. 2008).

Rötterna som växer i vattnet ger en stor yta för tillväxt av biofilm av mikroorganismer (Tanner, Headley, 2011). Med biofilm menas en klistrig massa som bildas av mikroorganismer, den sitter på ytan av rötterna (se figur 2 & 3). Mikroorganismer som växer på ytan av rötter tar upp ca tio gånger mer nitrat än vad själva växten gör. Biofilmen som är uppbyggd av mikroorganismerna tar inte bara upp näringsämnen utan även föroreningar som gifter, tungmetaller och bekämpningsmedel (Chang et.al 2012).

Vattendjupet bör ligga på 0.6-1.5 m för att förhindra rötterna att slå rot i botten av dammen.¹ Slår växten rot i botten är det risk att ön blir förankrat och sedan nersänkt om vattennivån stiger (Tanner, Headley, 2008).

¹W. Givovich, Veg Tech AB, intervju 18 februari 2013.

Under försök har prover visat att det är än högre koncentration av näringsämnen i rotzonen, därför ska inte ön placeras nära utloppet i dammen. Då kan de upptagna ämnena runt rotzonen lossna och åka med vattnet ut genom utloppet (Chang et.al 2012). En placering vid inloppet är bättre. Då kommer föroreningarna i direkt kontakt med rötterna och biofilmen. Det är även bra att placera flera öar i vattenmiljön så föroreningarna tas upp på fler ställen.²

Flytande våtmarker kan användas på existerande dammar utan att strukturellt förändra dammen. Det kan vara ett effektivt sätt öka reningseffekten i en damm (Chang et.al. 2012) och det kan även förbättra det estetiska värdet och djurlivet (Tanner, Headley, 2011).



Fig. 1
Flytande våtmarker i Royal Botanic Gardens Melbourne.



Fig. 2
Biofilm på en stomme. Veg Tech AB

Biofilm

²W. Givovich, Veg Tech AB, intervju 18 februari 2013.

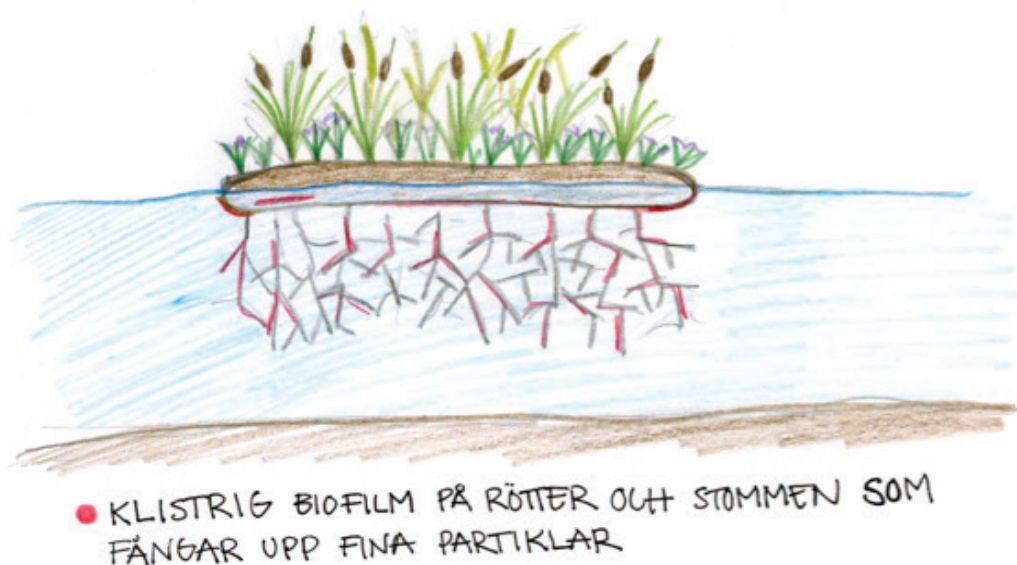


Fig. 3

Ritning på vart biofilmen bildas.

Reningsfunktion

I de undersökningar som har gjorts har det framkommit att flytande våtmarker minskar föroreningar i vatten avsevärt (se tabell 1). De tar framförallt upp näringsämnen och det behövs ingen omfattande skötsel eller underhåll. Den huvudsakliga reningsprocessen för näringsämnen sker med en mikrobiell process, det vill säga en process som använder sig av mikroorganismernas förmåga att omvandla organiskt material. Systemet på de flytande våtmarkerna kan vara ganska komplex med olika växter och mikroorganismer som tar upp olika ämnen men det är ändå storleken på ön som är av störst betydelse för dess effektivitet (Stewart et.al 2008). Mer rötter ger en större yta för bakterierna att växa på och därför ett större näringsupptag (Stewart et.al 2008).

Upptaget av näringsämnen till biomassa ökar så länge växten växer. Näringsämnena lagras i biomassan och för att de inte ska återföras till systemet måste döda växtdelar föras bort från platsen och exempelvis läggas på en kompost (Chang et.al. 2012). Vid förgiftat växtmaterial skulle materialet kunna gå igenom en process som forskare på Stockholms universitet håller på att utveckla. Med den processen tryckkokas exempelvis växtmaterial med vatten i ungefär 2-4 timmar som då bildar något som kallas biokol (ett pulver). Vid tryckkokningen får man ut en fastfas (biokolet) och en vattenfas. De eventuella gifterna kan utvinnas från detta och de blir då lättare att ta hand om. Hamnar det förgiftade växtmaterialet på en kompost hamnar gifterna och metallerna tillslut i naturen och grundvattnet. Under kokningen binds koldioxiden från växterna till biokolet, i och med detta minskar man koldioxiden i luften. Man får en negativ koldioxidbalans.

Forskarna håller på att undersöka vad biokolet kan användas till. Biokolet kan eldas för att få energi och då koncentreras de eventuella metallerna till askan som man i sin tur kan utvinna därifrån. De har även en teori om att biokolet kan användas som jordförbättring. Biokolet är hydrofilt, det vill säga att det binder vatten. Binder kolet vatten håller den även näringsämnen bättre. Vid bränning av kolet släpps koldioxiden ut i luften igen men vid jordförbättring grävs kolet ner och då stannar förhoppningsvis koldioxiden kvar i marken och bildar mycket långsamt olja.⁴

Med hjälp av de flytande våtmarkerna avlägsnas ammonium genom bakterier via en två stegs process. I steg ett är ammoniumet aerobt (behöver syre) och omvandlas till nitrit. Efter det blir det till nitrat med hjälp av nitrifierande bakterier. I steg två omvandlas nitraten till kvävgas med hjälp av anoxiska (syrgasfattiga) bakterier, det sker med andra ord en nitrifikation (Stewart et.al. 2008). I en undersökning som gjordes i USA var nitraten eliminerat på 24 timmar i tanken där undersökningen gjordes. De hade även en tank utan flytande våtmark och där var upptaget av föroreningar 50 procent lägre än vad det var i tanken med flytande våtmarker (Stewart et.al. 2008). Van de Moortel et.al. (2010) gjorde en undersökning som visade att dammen med flytande våtmarker tog upp ämnen som koppar, mangan, nickel och zink bättre medan dammen utan flytande våtmarker tog upp järn och bly bättre. Det visades även att eliminationen av sulfatjoner var snabbare om det fanns flytande våtmarker i dammen.

Enligt Chang et.al. (2012) bör inte ytan på en flytande våtmark vara större än 5 procent av dammens yta då det kan skugga för mycket av dammen om ön är för stor. Enligt Givovich beror storleken på ön på hur mycket föroreningar som finns i vattnet.⁵ Desto större den flytande våtmarken är desto mer rötter och yta för biofilmen finns det som leder till en god rening (Stewart et.al., 2008).

En fem procent täckning av dammen med flytande våtmarker skulle hindra en viss tillväxt av alger och andmat (Lemna minor) samtidigt som det skulle få finnas kvar till en viss del och bidra till upptaget av föroreningar och den ekologiska mångfalden (Chang et.al. 2012).

En undersökning visade att pH-värdet är något lägre i dammar med flytande våtmarker än i dammar utan dem. I slutet av en elvadagars testperiod låg pH-värdet i dammen med flytande våtmarker på $7,08 \pm 0,21$ och i dammen utan flytande våtmarker låg det på $7,48 \pm 0,26$. Det visades även att pH värdet inte påverkas utav temperaturer eller årstider utan enbart av flytande våtmarker (Van de Moortel et.al. 2010).

Tabell 1. Reningsförmåga med flytande våtmark (Van de Moortel et.al. 2010). Det procentuella upptaget av ämnen i dammar med eller utan flytande våtmarker.

| Ämne | Reningsförmåga (%) med flytande våtmark | Reningsförmåga (%) utan flytande våtmark |
|-------------------------------|---|--|
| NH ₄ -N (Ammonium) | 35 | 3 |
| TN (totalt kväve) | 42 | 15 |
| P (Fosfor) | 22 | 6 |
| COD (organiska ämnen) | 53 | 33 |
| Cu (Koppar) | 65-75 | 0 |
| Zn (Zink) | 10-35 | <10 |

⁴E. Björkman, tekn. dr., Stockholms universitet, Institutionen för material- och miljökemi, MMK, telefonintervju 8 mars 2013

⁵W. Givovich, Veg Tech AB, intervju 18 februari 2013.

Metaller, organiska miljögifter och deras miljöpåverkan

Källan till utsläppen av organiska miljögifter och metaller kan vara olika. De kan exempelvis komma från industrier, hushåll, dagvatten, atmosfäriskt nedfall och jordbruks- och skogsmark. Mycket av de utsläpp som sker hamnar till slut i vårt vatten (Naturvårdsverket 2013).

Olika ämnen har olika miljöpåverkan. Här är några exempel på ämnen som cirkulerar i vattendrag (Skoog, 2007) och deras påverkan;

Totalt organiskt kol (TOC) kommer framförallt från ämnesomsättningen från vattenlevande växter och djur. Det kommer även från upplösningen av döda organismer och omkringliggande mull och torv. Utsätts vattnet för en hög belastning av TOC kan det bli syrebrist vilket leder till antalet fisk och andra vattenlevande djur och växter minskar (Naturvårdsverket 2009).

Fosfor (P) är ett ämne som vanligtvis kommer från gödsling som används inom jordbruket. Fosfor bidrar till övergödning i vattnet som leder till syrebrist vilket i sin tur leder till att antalet djur och växter minskar (Naturvårdsverket 2009).

Kväve (N) släpps ut från trafik som kväveoxid och som gödsel som används inom jordbruket. Sjöar, hav och vegetation påverkas av luftföroreningarna. Det leder till att "kväveälskande" växter sprider sig och tränger undan andra arter (Naturvårdsverket 2009).

Ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) kommer huvudsakligen från atmosfäriskt nedfall. Det bidrar till förorening (Naturvårdsverket 2010) i framförallt sjöar och vattendrag där det har en stor negativ effekt på växter och djur. Det bidrar även till att material vittrar snabbare (Naturvårdsverket 2012).

Bly (Pb) har använts tidigare till att mantla kraft- och telekablar och man fogade även ihop till exempel avloppsrör med bly. Största mängden bly som man finner i naturen kommer från detta (Stockholms stad 2012). En del blyföroreningen kommer även från atmosfäriskt nedfall (Naturvårdsverket 2010). Bly är mycket giftigt. Vid redan låga doser har det effekter på människans nervsystem. Det är framförallt barn och foster som ligger i den stora riskgruppen då de fortfarande utvecklas (Stockholms stad 2012).

Koppar (Cu) används till bromsbelägg på bilar så stora delar av utsläppet kommer från trafiken. Det har en negativ påverkan på mark, sjöar och vattendrag. Det är giftigt för mikroorganismer och människan. Det kan påverka människans näsa, ögon, njurar, lungor, lever och matsmältningssystem (Naturvårdsverket 2010).

Zink (Zn) utsöndras vid förbränning av olja, järn- och stålprodukter och vid slitage av bildäck. Det används även vid tillverkning av tak. Zink behövs som en beståndsdel i olika enzym men enbart i en liten mängd. Blir det en för hög halt av zink har ämnet en giftverkan, det är skadligt för bland annat vattenlevande organismer (Naturvårdsverket 2010).

Flytande våtmark i kallt klimat

I en studie som gjordes i Belgien undersökte de om temperaturer och årstider har någon påverkan på reningen med flytande våtmarker. De upptäckte att det förekom förändringar i reningen beroende på vilken årstid det var men det var inga stora eller betydelsefulla förändringar. Tillväxtscykeln av växterna påverkar prestandan på en flytande våtmark i enbart en mindre utsträckning.

Bästa reningseffekt var när temperaturen i vattnet låg mellan 5°C – 15°C och minskade om det var lägre eller högre temperaturer. Generellt hämmades reningen mer om temperaturen steg över 15°C än vad den gjorde om temperaturen sjönk under 5°C. De flesta ämnena togs bäst upp under vår- och sommarhalvåret men mangan och bly togs bäst upp under höst- och vinterhalvåret.

I studien visade det sig att avlägsnandet av COD (organiska ämnen) inte var temperaturberoende. Avlägsnandet berodde mest på en mikrobiell aktivitet hos både aeroba och anaeroba bakterier och de fungerar vid så låga temperaturer som 5°C. Vid temperaturer under 5°C, då är 60 procent av den totala reningen COD. Avlägsnandet av COD i dammen utan flytande våtmark var relaterat till temperaturen. Effektiviteten ökade när temperaturen ökade.

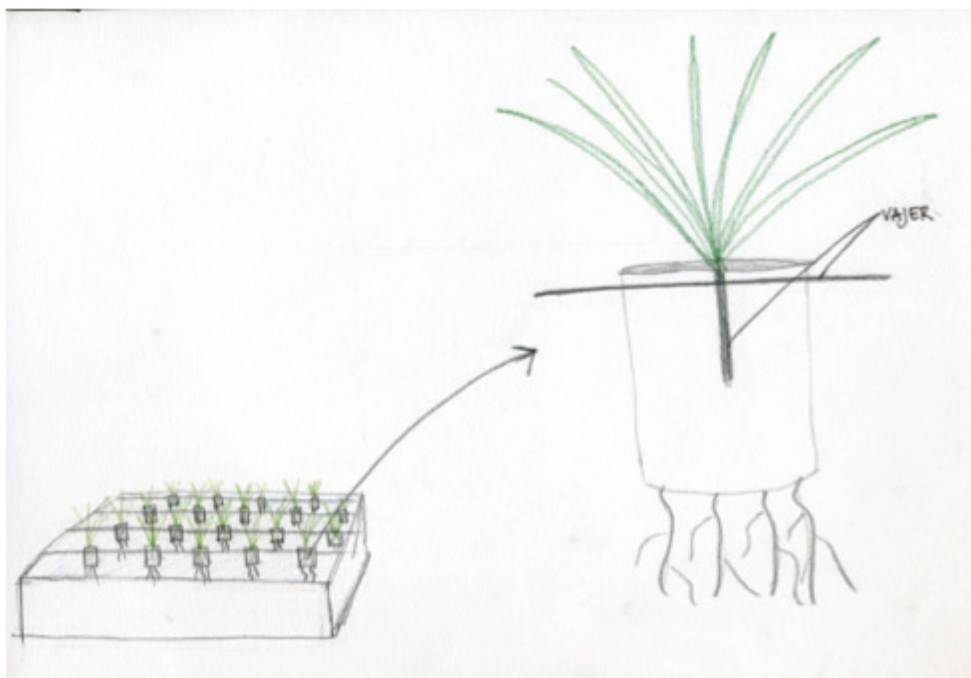
Skillnaden på vattentemperaturen i dammen utan flytande våtmarker och dammen med flytande våtmarker var inte stor. Var vatten runt eller över 15 °C så var det något varmare i vattnet utan de flytande våtmarkerna. Trots detta bildades is snabbare och varade längre i dammen med flytande våtmark. Antagligen var isen kvar längre på grund av att ytan skuggades av vegetationen som hindrade solen från att smälta isen (Van de Moortel et.al. 2010). I och med det kalla klimatet i Sverige kan man räkna med att en flytande våtmark fungerar som allra bäst under ca sex månaders tid per år.⁶ Skuggning av dammen samt vattnets djup har betydelse för temperaturen i vattnet.

Konstruktioner av flytande våtmarker

Det finns olika sätt en flytande våtmark kan konstrueras på. Headley et.al. (2008) tar upp tre olika sätt;

1. Den kan konstrueras med hjälp av en flytande ram som stödjer ett nät som håller jord eller kokostorv som växterna kan växa på. Detta kallas Tech-IA®.
2. En konstjord matta som är gjord av återvunnen plast och har en anpassad flytkraft. Växterna kan växa direkt i mattan. Detta kallas BioHaven®.
3. Den kan konstrueras av en styv ram som blir upphängd nära vattenytan som stödjer växterna. Den typen av konstruktion kräver ett konstant vattendjup och är därför inte lämplig för till exempel dagvattensystem. Den här typen av system kan se lite olika ut som till exempel kan den bestå av vajrar som blir uppspända längs med vattenytan som håller uppe krukor som växterna växer i (se figur 4). Växterna får plats att sprida sig i sidled och kan då skapa en naturlig flytande våtmark. Växtrötter, organiskt material och jordstammar flätas samman och skapar den så kallade naturliga flytande våtmarken. Flytkraften är naturlig och är ett resultat av den luft som finns i de ihåliga och porösa rötterna och rhizomerna. Det bildas även metangas från sedimentet inne i ön som bidrar till flytkraften. När den här typen av flytande våtmark anläggs måste den som tidigare sagt få hjälp av kablar eller nät som binds upp nära vattenytan för att stödja växterna innan de har hunnit blida den nya ön.

⁶W. Givovich, Veg Tech AB, intervju 18 februari 2013.



*Fig. 4
En ritning som förklarar hur det kan se ut om växter sätts upp med vajrar. Kuben till vänster är en "dam" och det sitter vajrar längs med ytan. Krukan till höger, en förstoring på krukan som sitter fast med en vajer.*

BioHaven®

BioHaven® är tillverkad av slitstark, giftfri återvunnen plast. Den planteras med växter och ger en vacker och bra miljö för djur och fåglar (Floating Island International 2013).

Designen av BioHaven® gör att en kvadratmeter av öns stomme har lika mycket kapacitet som en yta på 180 kvadratmeter våtmark (Ginner 2012). BioHaven® kan enkelt kopplas ihop och bilda större öar med hjälp av ett rör som finns i stommen. De kan även formas utefter hur man vill ha dem med hjälp av en varm kniv.⁷ Öarna fungerar i både grunt och djupt vatten och de kan förankras. Nya tester har visat att ön, utan växter, tar upp mycket mer än vad som tidigare har visats. BioHaven® tar upp 20 gånger mer nitrat, 10 gånger mer fosfat, och 11 gånger mer ammonium än de tidigare testerna. Öarna är också väldigt effektiva att ta upp organsikt kol och uppslammat/suspenderat material i vattendrag.

Den flytande ön består av täta fibrer och porös textur. Denna yta utgör en perfekt grogrunds yta för mikroorganismer att etablera sig på. Mikroorganismerna bildar i sin tur en biofilm.

Under ön sker det en dynamisk process. Det är där mikroorganismerna finns och de bryter ner näringsämnen och vattenburna föroreningar. Näringsämnen cirkulerar i vattnet och kommer i kontakt med biofilmen där de konsumeras. En mindre del av näringsämnena tas upp av växtrötterna. De organiska ämnena som fastnar på biofilmen blir en grund till näringskedjan i vattnet. Den klibbiga biofilmen som täcker rötterna och öns material fungerar som ett filter för fina partiklar.

Genom att använda BioHaven® i en sjö bidrar man till tillväxten av fiskar och insekter som bidrar till ett produktivt ekosystem.

BioHaven® kan användas till både naturliga och anlagda vattenmiljöer. De kan användas för att förbättra kvalitén på vattnet i dagvattendammar, lakvatten och avloppsvatten samt vid restaurering av våtmarker och sjöar, förbättring av landskapsbilden och för att minska risken för eventuell algblooming (Ginner 2012). Öarna passar bra till detta då de klarar av variation i vattenståndet, de blir inte strandsatta eller översvämmade (Floating Island International 2013).

Vid beställning av BioHaven® kan man beställa stommen i standardmått som finns men den kan även beställas i andra mått och flytkrafter (se tabell 2) (Ginner 2012).

⁷W. Givovich, Veg Tech AB, intervju 18 februari 2013.

Tabell 2, standardmodeller på BioHaven® (Veg Tech AB, u.å.)

| Modell | Mått i cm | Totala måttet m2 | Vikt (kg)/m2 | Lastkapacitet (kg/m2) |
|-----------|------------|---------------------|-----------------|--------------------------|
| Naturlig | 133x243x20 | 3,25 | 4 | <45 |
| Fyrkantig | 133x243x20 | 3,7 | 4 | <45 |



Fig. 5
BioHaven®, fyrkantig modell med
hål för pluggplantor.



Fig. 6
BioHaven®, fyrkantig modell med hål för 1 liters krukor.

Tech-IA®

Tech-IA® är en rektangulär flytande ram som är gjord av etylenvinylacetat (EVA) (se figur 7) som är ett elastiskt och poröst material som i sin tur är uppbyggt av återvunna material (©Porex Corporation, u.å.). De är 50x90 cm och har åtta ”fönster” som är täckta av nät som ska hålla växterna uppe. Ramen väger 1,7 kg och är konstruerad för att kunna ta en lastkapacitet upp till 20 kg. Det finns sex hål i ramen så de kan lätt sättas ihop till större ramar och så de kan förankras i till exempel flodstränderna. Två matchande ramar bildar en flotte på en kvadratmeter.

Strukturen på ramen är en av dess viktigaste egenskaper. Materialet har en hög mekanisk hållfasthet och har ett högt vädermotstånd som gör att ramen inte absorberar vatten.

I och med att Tech-IA® är lätt att bygga ihop kan den anpassas till vattenytan där den ska vara. Den anpassade flotten kan planteras med växter och användas inte bara för rening utan även till prydnadsändamål. En planterad flotte blir en dekorativ ö som kan användas i en konstgjord, naturlig, privat eller offentlig vattenmiljö (De Stefani et.al. 2011).

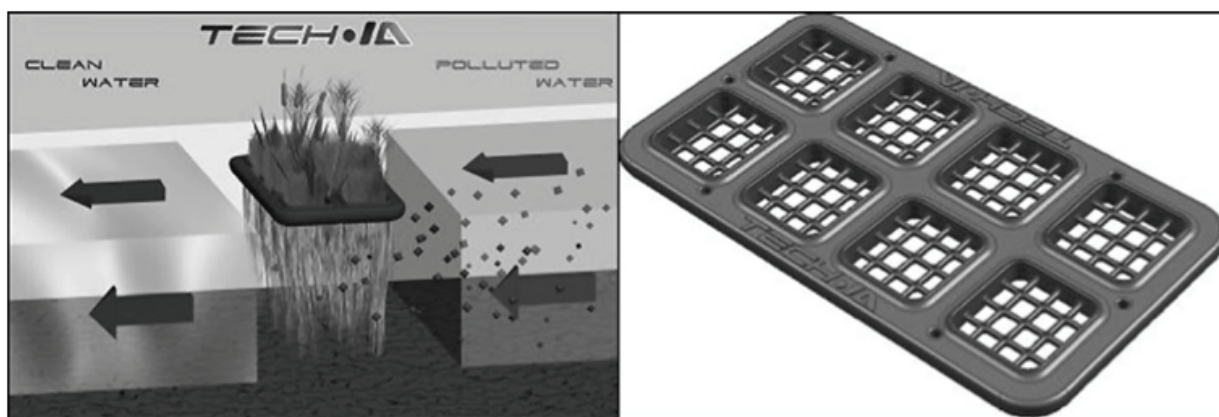


Fig. 7, Tech-IA®

Vegetationen på flytande våtmarker

Det finns många olika typer av våtmarker i Sverige och vegetationen består framförallt av fuktälskande arter. Många av de svenska våtmarkerna är inom termen myr och myrarna i sin tur delas in i mossar, fattigkärr och rikkärr. I Skåne kallas ofta kärr för mossar, som exempelvis är Stångby mosse till större del ett kalkkärr (Emanuelsson et.al, 2002).

Mossar består i huvudsak av vitmossor (*Sphagnum spp.*). Andra karakteristiska arter på mossen är tuvull (*Eriophorum vaginatum*), tranbär (*Vaccinium oxycoccus*), hjortron (*Rubus chamaemorus*, se figur 12) och rosling (*Andromeda polifolia*).

På fattigkärr växer det många arter som även växer på mossar men man kan även hitta många andra arter. Främst finner man arter som ängsull (*Eriophorum angustifolium*), blåtåtel (*Molinia caerulea*, se figur 17), myrlilja (*Narthecium ossifragum*, se figur 16), vattenklöver (*Menyanthes trifoliata*) och starrarter (*Carex spp.*, se figur 10).

Rikkärr är mycket artrika och består framförallt av brunmossor som till exempel *Amblystegium spp.* och starrarter (*Carex spp.*, se figur 10). Det finns även flera andra halvgräs i rikkärr som bland annat trubbtåg (*Juncus subnodulosus*) och axag (*Schoenus ferrugineus*). Det förekommer även orkidéer och några karaktäristiska arter är, ängsnycklar (*Dactylorhiza incarnata spp. incarnata*, se figur 19) och kärrknipprot (*Epipactis palustris*) (Emanuelsson et.al, 2002).

Även arter som starrarter (*Carex spp.*, se figur 10), rörflen (*Phalaris arundinacea*, se figur 13), gåsört (*Potentilla anserina*), ältranunkel (*Ranunculus flammula*), kavel dun (*Typha spp.*, se figur 21.), tåg (*Juncus spp.*) och vass (*Phragmites australis*, se figur 22) finns på svenska våtmarker.

Vegetationen på en konstruerad våtmark skiljer sig inte nämnvärt från en naturlig våtmark. Skoog (2007) pratar om växtgestaltning och planering av konstruerade våtmarker. I sin gestaltning och planering använder hon sig enbart av arter som man finner naturligt i svenska våtmarker. Hagerberg m.fl. (2004) tar upp hur viktigt det är att använda sig av inhemska arter.

Vegetationen på en flytande våtmark är viktig då den bidrar till reningen av vattnet och biofilmen som växer på rötterna som även den tar upp föroreningar (Chang et.al. 2012).

Det har gjorts olika försök på flytande våtmarker med olika växter runt om i världen. I Belgien använde forskarna sig av växter som *Carex spp.*, *Lythrum salicaria*, *Phragmites australis* och *Juncus effusus*. Där använde de sig av 95 procent *Carex spp.* och de resterande 5 procenten var de andra arterna (Van de Moortel et.al. 2010). Några av växterna som företaget Veg Tech AB använder är *Iris pseudacorus L.*, *Filipendula ulmaria*, *Mentha aquatica L.*, *Ranunculus lingua L.*, *Typha ssp.*, *Phragmites australis* och *Carex acuta* (Veg Tech AB, u.å.). På Nya Zeeland använde forskarna sig av *Carex virgata*, *Cyperus ustulatus*, *Juncus edgariae* och *Schoenoplectus tabernaemontani*, alla dessa arter är inhemska arter på Nya Zeeland (Tanner et.al. 2011). Forskare på University Of Central Florida använde sig av växter som *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Carex lasiocarpa* och *Phragmites australis* (Chang et.al., 2012). Vad de växterna har gemensamt är att de vill stå i fuktig till blöt jord, i vatten, vid diken eller i till exempel kärr (Mossberg, Stenberg, 2010). I och med att växterna har direkt kontakt med vatten hela tiden är det viktigt att växterna som används klarar de förhållandena, det ska helst vara växter som står i vatten i sin naturliga miljö. Kavel dun och vass är växter som sprider sig snabbt och kan till slut täcka stora delar av vattenmiljön men det är växter som tar upp mycket föroreningar och som växer direkt i vatten.

Företaget Veg Tech AB har valt att plantera sina öar med en krukorlek på 12 cm diameter så att växterna är större, har mer rötter och har då lättare att etablera sig. De tycker att pluggplantorna är för små att planteras på öarna. När plantorna planteras om som pluggplantor till de större krukorna planteras de i kokosfiber. Kokosfibrerna tillåter rötterna att utvecklas mer och det kan följa med plantorna till öarna.⁸

I sitt första försök planterade Veg Tech AB deras egen ängsfröblandning (för fuktig till våt mark) på stommen av BioHaven® för att täcka dess yta. Ängsfröblandningen bestod av 82 procent grässorter som exempelvis bunkestarr (*Carex elata*, se figur 10), tuvtåtel (*Deschampsia caespitosa*), darrgräs (*Briza media*) och 18 procent örter som exempelvis nysört (*Achillea ptarmica*), kabbleka (*Caltha palustris*, se figur 15), fackelblomster (*Lythrum salicaria*, se figur 18) och smörboll (*Trollius europaeus*). De täckte BioHaven® med ca en centimeter mager jord så fröna skulle kunna gro. Det visade sig dock att fröblandningen växte lite för fort och blev väldigt spretig och ön blev för tung och hamnade för lågt i vattnet. De rekommenderar att använda sig av krypande växter istället om man vill dölja ytan på stommen. Dock behövs inte detta om det estetiska inte har så stor betydelse.⁹

⁸W. Givovich, Veg Tech AB, intervju 18 februari 2013.

⁹W. Givovich 2013



Fig. 8 Blomvass (*Btamus umbellatus*)
Södra och mellersta Sverige, 40-120 cm
Blommar juni - augusti



Fig. 9 Penningblad (*Lysmachia nummularia*)
Södra till mellersta Sverige, 10-60 cm
Blommar juni - september



Fig. 10 Starr (*Carex* spp.)
Södra till mellersta Sverige, 30-120 cm
Blommar juni - juli



Fig. 11 Mannagräs (*Glyceria fluitans*)
Södra till mellersta Sverige, 40-100 cm
Blommar juni - juli



Fig. 12 Hjortron (*Rubus chamaemorus*)
Större delen av Sverige, 10-25 cm
Blommar juni



Fig. 13 Rörflen (*Phalaris arundinacea*)
Hela Sverige, 70-200 cm
Blommar juni - juli



Fig. 14 Vattenmynta (*Mentha aquatica*)
Södra och längsmed
kusten i mellersta
Sverige. 20-70 cm
Blommar juli -
september



Fig. 15 Kabbleka (*Caltha palustris*)
Hela Sverige, 10-50 cm
Blommar april - juni



Fig. 16 Myrtilja (*Narthecium ossifragum*)
Södra Sverige och västkusten
10-40 cm, Blommar juli - augusti



Fig. 17 Blåttåtel (*Molinia Caerulea*)
Hela Sverige, 20-90 cm
Blommar juli - augusti



Fig. 18 Fackelblomster (*Lythrum salicaria*)
Södra till mellersta Sverige
40-150 cm, Blommar juli - augusti



Fig. 19 Ängsnycklar (*Dactylorhiza incarnata* spp. *incarnata*)
Större delen av Sverige, 25-50 cm
Blommar juni - juli



Fig. 20 Gräsull (*Eriophorum latifolium*)
Största delen av Sverige, 30-80 cm
Blommar maj - juni



Fig. 21 Kavedun (*Typha*)
Södra till mellersta Sverige
100-200 cm
Blommar juli - augusti



Fig. 22 Vass (*Phragmites australis*)
Hela Sverige, 100-400 cm
Blommar augusti - september

Samtlig information om växternas
utbredningsområde inom Sverige samt
höjd är hämtat från Den nya nordiska
floran, Mossberg, Stenberg, 2010.

Ekonomi & skötsel

Företaget Veg Tech AB säljer materialet BioHaven® för 3500 kr/m². De tillverkas i USA och fraktas hit. Veg Tech hoppas på att få börja tillverka dem i Sverige och då kommer priset antagligen sjunka en aning.

Den skötsel som krävs är att det döda växtmaterialet klippas ner och förs bort från platsen till exempelvis en kompost. Hur ofta det behöver klippas ner beror på vart den används och hur man vill att det ska se ut. Används ön till exempel i en damm i en park bör den skötas lika ofta som en perennplantering. Det vill säga att det eventuellt behövs klippas bort dött växtmaterial en gång varannan vecka för att bibehålla ett högt estetiskt värde. Används den vid ett reningsverk räcker det med att växtmaterialet klippas en gång per år vid slutet på augusti.

För att uppnå en bra etablering av växterna bör ön sättas ut i vattnet under maj-juli månad. Vid etableringen av växterna kan det även vara bra att sätta nät över så att fåglar inte trampar ner och äter på växterna (se figur 23).

För att klippa ner växtmaterialet på öarna kan det behövas användas en liten båt för att ta sig ut om vattnet är djupt eller så kan man använda till exempel vadarbyxor för att ta sig ut till ön. Skötseln kan ske ute i vattnet eller så kan ön dras in och utföras vid strandkanten.

I och med att flytande våtmarker är ett nytt sätt att rena vatten på finns det inte någon garantitid på stommarna. I USA har de använt sig av en stomme av BioHaven® i åtta år och den fungerar lika bra idag som den gjorde för åtta år sedan.¹⁰



Fig. 23

Exempel på hur det kan se ut med skyddsnät, Royal Botanic Gardens Melbourne. Stommen är konstruerad återvunnen plast och är täckt med kokosfiber.

¹⁰W. Givovich, Veg Tech AB, intervju 18 februari 2013.

Förslag på flytande våtmark i dammen Plaskan

Dammen Plaskan ligger på Alnarp campus. Förr kallades den för ”sköljedammen” och användes till att rengöra vagnar och redskap, man badade hästarna i den och mejeriet hämtade is därifrån. Idag används dammen till dagvattenhantering. Åkermarken runt Alnarp och hela campusområdet avvattnas via Plaskan. Dammen är omgiven av park, bostäder och en fotbollsplan som används av både studenter och pensionärer (Ljungberg, 2012). Utmed strandkanten till dammen står många träd som bidrar till att stora delar av dammen ofta ligger i skugga (se figur 24 & 25).



Fig. 24 Plaskan med träden som skuggar stora delar av dammen.

Därför tror jag att en flytande våtmark ska ha en

storlek på ca fem procent av dammens totala yta så den inte skuggar ännu mer av dammen.

Dammens yta är ungefär 3250 m² och då anser jag att ytan på den flytande våtmarken bör ligga på ca 160 m².

Det finns redan en liten ö i dammen så jag väljer att göra två mindre öar på 80 m² istället för en stor på 160 m². Våtmarkerna placerar jag ut på var sin sida av den befintliga ön (se figur 25 & 26). Dammen ligger på en plats som besöks dagligen, så valet av växter är inte enbart för reningen utan även för det estetiska. Eftersom utseendet är viktigt här så kommer växtvalet att variera lite för de två öarna. Som stommen till de flytande våtmarkerna väljer jag att använda BioHaven®. Vid leverans av BioHaven® kommer den i mindre sektioner som sätts ihop till två öar på vardera 80 m².¹¹

För att få en så bra etablering på växterna som möjligt är det bra att placera ön i dammen under maj-juni. Jag väljer att placera ut ön i dammen i slutet på maj för att försäkra mig om att vädret är så bra som möjligt. Växterna planteras på stommen precis innan man placerar ut den i vattnet. Stommen av BioHaven® väger 4 kg/m² så den kan bäras ner till strandkanten där sektionerna sätts samman och de krukade växterna planteras i stommen. Dammens djup är ca 1.5 m och för att få öarna på rätt plats kommer de dras ut av människor som har på sig vadarbyxor. När ön är på rätt plats kommer den att förankras med ett ankare så att den inte flyttar sig. För att växterna ska få en chans att etablera sig i lugn och ro kommer ön att täckas med ett nät för skydda mot fåglar (se figur 8). Nätet kommer att tas bort efter ett år om växterna har etablerat sig som de ska. Första året kommer det inte att krävas så mycket skötsel av växterna, men under slutet på september eller början på oktober ska växterna tittas till och eventuellt dött material ska tas bort. Från och med år två i månaderna maj-oktober ska dött växtmaterial tas bort en gång per månad, detta kommer att utföras varje år framöver. Som tidigare nämnts kommer öarna att en yta på 80 m² var och då kommer priset på BioHaven® ligga på ungefär 560 000 kronor. När man får stommen finns där förgjorda håll till växterna och det blir ungefär sex växter per kvadratmeter.¹² Priset på växterna ligger i snitt på ca 35 kronor per växt (Vattenliv, u.å.) och då kommer priset för växterna till öarna hamna på ungefär 33 600 kronor. Det sammanlagda priset hamnar då på 593 600 kronor.

På flytande våtmark nummer ett (Ö 1) väljer jag att sätta revklabbleka (*Caltha palustris* ssp. *Radicans*, se figur 15), gräsull (*Eriophorum latifolium*, se figur 20), blomvass (*Butomus umbellatus*, se figur 8) och Bunkestarr (*Carex elata*, se figur 10). På flytande våtmark nummer två (Ö 2) väljer jag att sätta penningblad (*Lysimachia nummularia*, se figur 9), vattenmynta (*Mentha aquatica*, se figur 14), mannagräs (*Glyceria fluitans*, se figur 11) och fackelblomster (*Lythrum salicaria*, se figur 18).

¹¹W. Givovich, Veg Tech AB, intervju 18 februari 2013. 22

¹²W. Givovich, 2013

Revkabbleka och penningblad är krypande växter och kommer sättas vid kanten av våtmarken för att dölja stommen. Vattenmyntan och gräsullen är lägre växter och sätts framför de högre växterna som blomvass, bunkestarr, stor igelknopp och fackelblomster. De sätts i mitten av våtmarken. De valda arterna återfinns i den svenska naturen och alla klarar av att växa i vatten. De har dessutom en fin blomning som förstärker det estetiska värdet (Mossberg, Stenberg, 2010).

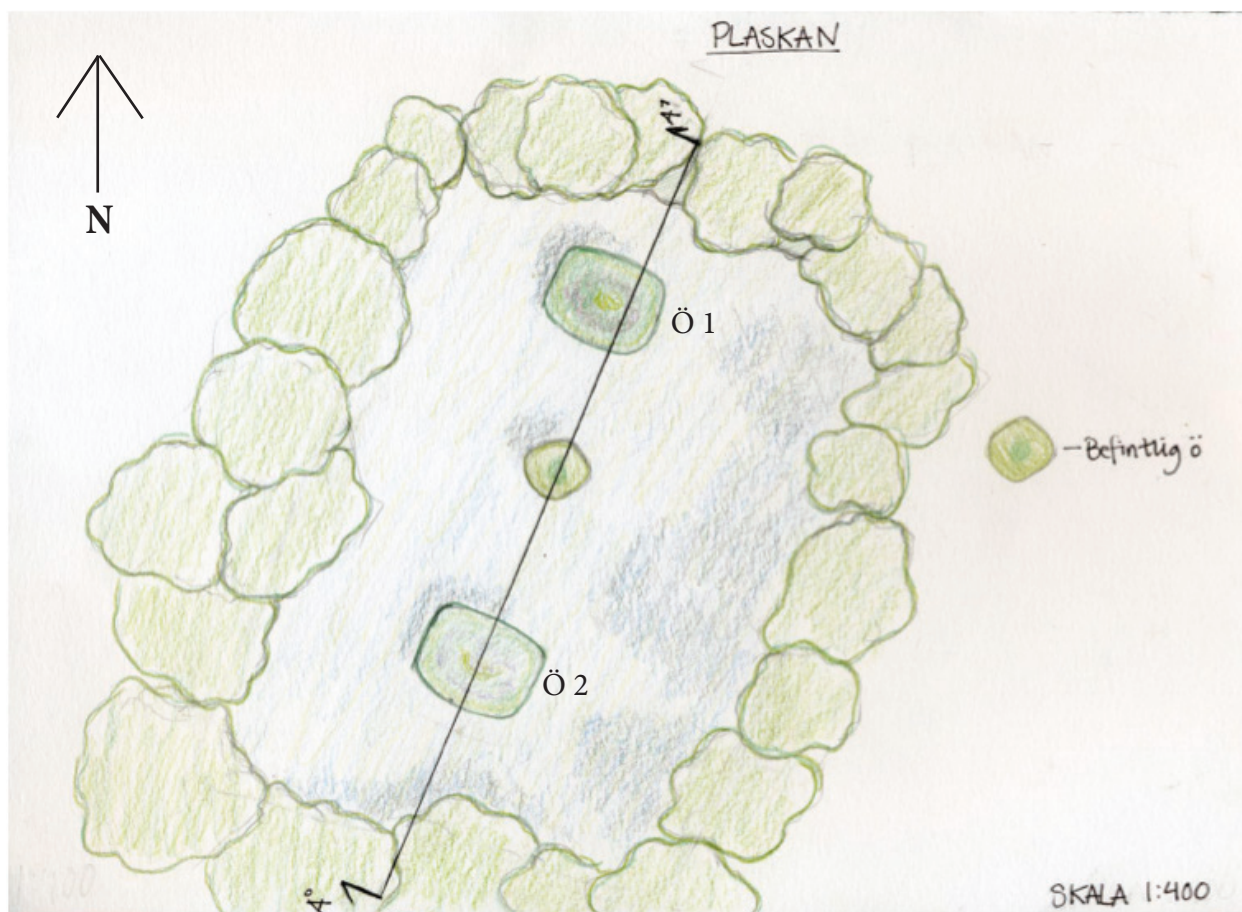


Fig. 25
Planritning på dammen Plaskan med de flytande våtmarkerna utritade på var sin sida av den befintliga ön.

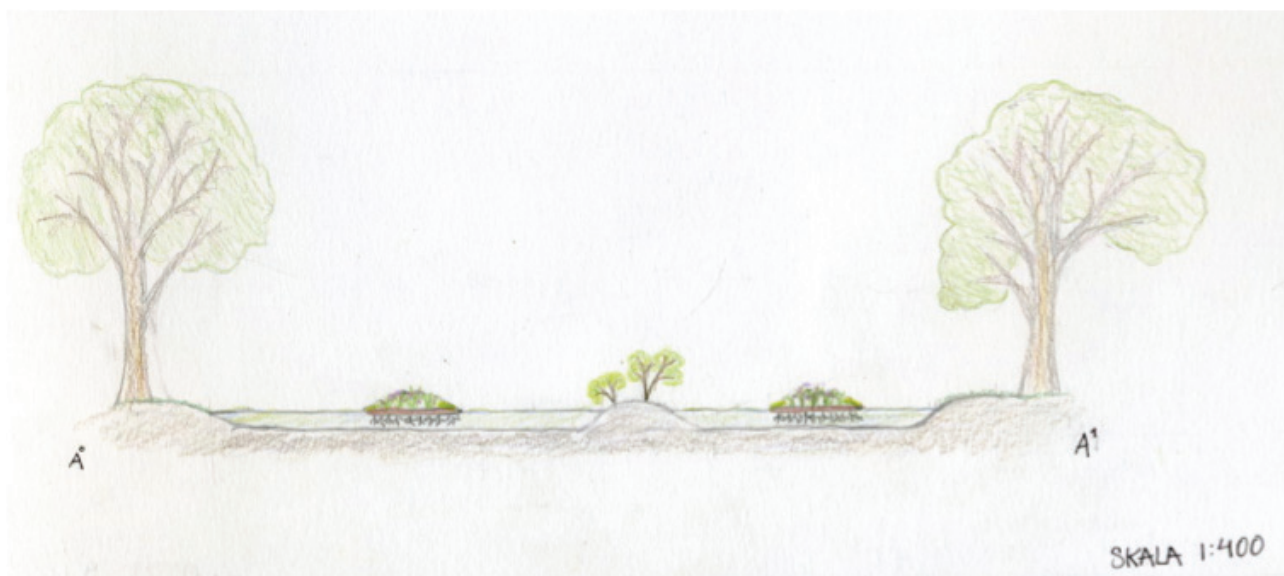


Fig. 26
Snitt från planritningen på dammen Plaskan med de flytande våtmarkerna utritade på var sin sida av den befintliga ön.

Diskussion

I den här diskussionen ska följande frågeställningar besvaras.

- Hur skulle en konstruerad flytande våtmark kunna se ut i Sverige?
- Finns det en framtid för konstruerade flytande våtmarker här i Sverige?
- Vilka fördelar har konstruerade flytande våtmarker?
- Vilka problem finns med konstruerade flytande våtmarker?

En av anledningarna till att jag tror att tillförande av flytande våtmarker har en framtid i Sverige och troligen på många andra platser, är att funktionerna hos dammarna med dem kan bli fler. Många dammar är bra på att binda grovt suspenderat material och dämpa hydrauliken i vattendrag medan en flytande våtmark är effektiv på att ta bort finare partiklar och föroreningar (Tanner, Headley, 2008). Dammen och den flytande våtmarken kompenserar varandra på ett bra sätt och är därför lämpliga att använda tillsammans. Den flytande våtmarken är ett utmärkt komplement till andra växter i dammen i händelse av en längre tids översvämning. Då de växter som växer i bottensubstratet hamnar under vattenytan och ej längre kan verka renande, fortsätter den flytande våtmarken, på grund av sitt flytande tillstånd, att rena vatten.

Sverige har godkänt EUs ramdirektiv för vatten och därmed förbundit sig att jobba på att förbättra vattenkvaliteten. Jag tror att reningen av vatten hela tiden kan utvecklas och förbättras. Användningen av flytande våtmarker är en biologisk rening. Den renar inte enbart vattnet från näringsämnen utan även från gifter och tungmetaller som man senare kan ta hand om.

Idag ska vattnet ta sig långsamt till olika recipienter för att det ska renas och inte överbelasta recipienterna. Nackdelen är dock att vattnet lätt blir stillastående i de olika fördröjningsdammarna och då bildas det mycket alger. Skulle man tillföra en flytande våtmark i de dammarna tillför man syre till vattnet och skugga, vilket leder till en minskning av alger. En flytande våtmark minskar inte bara alger utan den höjer även det estetiska värdet.

När människan under 1800-talet förändrade naturen drastiskt var det inte bara våtmarkerna som minskade utan även antalet fågelarter (Emanuelsson et.al., 2002). Att tillföra flytande våtmarker tror jag inte enbart innebär att vattnet renas bättre utan även att de tillför fler biotoper för fåglar att exempelvis häcka på. Med andra ord tror jag att den flytande våtmarken har en framtid i Sverige.

I Van de Moortel et.al.s (2010) undersökning kom de fram till att reningen av vattnet är som mest effektivt vid en vattentemperatur mellan 5°C-15°C. Detta är positivt om man tittar på det svenska klimatet. Sommaren är kort och blir aldrig riktigt varm så vattentemperaturen går under korta perioder över 15°C. Något som är mindre positivt är att en flytande våtmark renar effektivt under enbart ca sex månader i Sverige på grund av det kalla klimatet. Det är inte bra att vattnet enbart renas under sex månader, men det är antagligen inte enbart den flytande våtmarken som fungerar sämre reningsmässigt under vintern, utan all växtlighet går in i en vintervila. Det optimala hade varit om man kunde få fram ett reningssätt som fungerar hela året om och som är lika naturvänligt som en flytande våtmark.

En flytande våtmark renar vatten utan några kemiska eller mekaniska hjälpmedel. Det är helt en biologisk process och sker med hjälp av levande växter och mikroorganismer. Det är inte bara näringsämnen som tas upp utan även tungmetaller. Samtidigt som den renar vattnet bidrar den estetiskt och till den biologiska mångfalden. Ön ger en bra miljö för fåglar, insekter och andra djur.

Den kan användas i mindre områden som exempelvis privata vattenområden och i allmänna större dammar och sjöar.

Något som fortfarande är oklart är hur länge de konstruerade våtmarkerna håller och det är därför svårt att idag lämna garantier på dem. I och med detta blir det svårt att ge någon som köper en konstruktion en garantitid. Plast förmultnar inte så själva stommen bör hålla i många år. Växterna kanske kommer att behöva bytas ut efter några år, men det kan också vara så att det inte alls behövs. I försöket i USA som har funnits i åtta år har de inte gjort några förändringar och den fungerar än. En fråga jag har ställt mig är vad som händer med stommen när den är färdig använd? I och med att det är plast kan man inte slänga den på komposten men det finns kanske möjlighet att bränna den eller att använda processen med biokol (se sid. 10-11).

När jag intervjuade Wladimir Givovich från företaget Veg Tech AB pratade vi om vad som händer med växtmaterialet efter det att det har varit på en flytande våtmark. Enligt Givovich kan växtmaterialet som tas bort från våtmarken läggas på kompost och användas som gödning.¹³ Min fråga var då om inte tungmetallerna bara förs vidare till naturen om de läggs på en kompost? Givovich menar på att tungmetallerna aldrig går i växtens blad utan stannar i rotsystemet, så när de ovanjordiska delarna av växten tas från platsen till en kompost följer inga tungmetaller med.¹⁴ Frågan är då vad man gör med växten om den måste bytas ut eller om den dör av någon anledning? Finns tungmetallerna kvar i rötterna eller går dem ut i vattnet om växten dör? Enligt Stoltz och Greger (2002) beror det på arten hur och var växten lagrar näringsämnen och till exempel metaller. Det finns växter som ackumulerar (lagrar) ämnena i rötterna och så finns det dem som ackumulerar ämnena i skotten.

Oavsett var i växten ämnena hamnar är det inte bra att återföra de giftiga ämnena till naturen. För att förhindra detta tror jag att framställningen av biokol, som Stockholms universitet håller på att utveckla, kan vara ett bra sätt att förhindra utsläppet av giftiga ämnen. Det som är bra med den här metoden är att man inte enbart kan ta hand om giftiga ämnen utan att man även kan binda koldioxid. Vi har för höga koldioxidutsläpp i världen och alla medel för att minska dem är bra. Det som även är bra är att biokol kan användas igen som energi eller jordförbättring. Användning av biokol som jordförbättring är bara en teori som forskarna har men mycket pekar på att det bör fungera. Detta är en ny process som håller på att utvecklas så forskarna vet inte riktigt än var metallerna hamnar vid tryckkokningen. Om de hamnar i den fasta fasen (biokol) eller i vatten fasen. Detta är något som behöver undersökas.¹⁵ Det är ganska mycket som behöver undersökas med den här metoden men jag tror att det är en metod som kommer att bli större med tiden.

Diskussion kring förslag till Plaskan

Utav de olika konstruktionerna jag studerat tycker jag att BioHaven® verkar vara den som fungerar bäst. Vid användning av BioHaven® växer inte bara mikroorganismerna som bildar biofilmen på rötterna utan även på stommen, vilket leder till ett större upptag (Floating Island International, 2013).

Tittar man på växtvalen är det viktigt att använda sig av arter som förekommer naturligt i våtmarksområden i Sverige. Använder man sig av främmande arter kan de sprida sig och förstöra balansen i naturen och tränga bort de inhemska arterna (Hagerberg et.al., 2004). Därför har jag valt att endast använda mig av arter som finns naturligt i Sverige. Används den flytande våtmarken i en park eller liknande tror jag att man kan använda sig av lite andra arter också. Växterna sköts oftare och klipps ner så spridningen blir svårare. Att vara noga med inhemska arter tror jag mer gäller om den flytande våtmarken används i exempelvis fördröjningsdammar ute i landskapet. Vid användningen av inhemska arter försäkras man sig om att de klarar vårt klimat och speciellt våra vintrar. Skulle andra växter användas är det mycket möjligt att de måste tas in under vintern. Detta kommer då leda till ytterligare skötsel och därmed kostnader.

¹³W. Givovich, Veg Tech AB, intervju 18 februari 2013.

¹⁴W. Givovich, 2013

¹⁵E. Björkman, tekn. dr., Stockholms universitet, Institutionen för material- och miljö kemi, MMK, telefonintervju 8 mars 2013

Både kaveldun och vass renar bra men de sprider sig snabbt. Vid användning av dessa växter gäller det att väga för- och nackdelar mot varandra, deras goda effekt på att reningen mot risken för okontrollerbar spridning. Renar de bra kan det vara värt att använda dem och sätta in lite extra skötsel en till två gånger om året. Sköts strandkanten regelbundet redan innan den flytande våtmarken anläggs tror jag inte att användningen av kaveldun och vass kommer vara något större problem. Skötselkostnaden finns där redan och klippningen hindrar växterna att sprida sig.

Van de Moortel et.al. (2010) använde sig av mer än 90 procent starr (*Carex spp.*), som inte sprider sig lika kraftigt, när de gjorde sin undersökning. De fick liknande resultat som andra undersökningar har fått fast med andra växter, så starr kanske är ett bättre alternativ än kaveldun och vass?

De växter i mitt förslag som jag tror eventuellt kan sprida sig ganska snabbt är blomvass, gräsull och mannagräs, men det är samtidigt växter som kommer ta upp föroreningar bra. Stoltz och Greger (2002) skriver om hur vissa växter är mer tåliga mot föroreningar framförallt metaller än andra. Vass, kaveldun och mannagräs är några av dessa. Därför anser jag att växternas förmåga att ta upp och inte påverkas av föroreningar är viktigare än deras eventuella snabba spridning. Jag tror man i längden tjänar mer på att använda sig av växter som klarar förhållandena, växter som trivs och som inte behöver ersättas så ofta.

Priset på en stomme av BioHaven® ligger idag på 3500 kr/m². Vid inköp av den här typen av stomme till dammen Plaskan på Alnarps campus skulle priset vara ungefär 500 000 kr. Detta är en hög kostnad, men om stommen håller under en lång tid kan man räkna detta som en engångskostnad. Utöver de 500 000 kr tillkommer det inköp av växter och skötsel under årens gång. Det är mycket pengar men man får under en längre tid renare vatten, ökad biologisk mångfald och en vackrare miljö. Om man ser det ur detta perspektiv kanske det kan försvara den höga kostnaden?

Med de här priserna är det troligtvis inte några privatpersoner som kommer att köpa och använda sig av flytande våtmarker. Förhoppningsvis kommer priset sjunka om Veg Tech AB får börja producera stommen här i Sverige och då kanske det kan bli aktuellt för fler än företag och kommuner.

För att användningen av flytande våtmarker ska bli större måste kunskapen inom området öka. Jag tror det måste göras undersökningar med flytande våtmarker i Sverige med inhemska växter, för att få en bättre förståelse över hur bra växterna renar, vilka växter som fungerar bäst och när på året den fungerar som bäst. Informationen som finns idag om flytande våtmarker kommer från andra länder med annorlunda klimat och andra växter.

Något som jag även tror behöver undersökas är vad man ska göra med det förgiftade växtmaterialet. Hur man ska ta hand om det så att föroreningarna inte släpps ut i naturen igen.

Kunskapen om hur länge en flytande våtmark håller, är något som det borde göras vidare undersökningar på. Det är ju viktigt för en som investerar i en flytande våtmark att få en garanti för hur länge den ska kunna användas utan problem.

Referenslista

Publicerade källor:

Emanuelsson, U., Bergendorff, C., Billqvist, M., Carlsson, B., Lewan, N. (2002) *Det skånska kulturlandskapet*. Lund. Naturskyddsföreningen i Skåne

Ginner, V. (2012) *Blomster ska rena på djupet*. Mitt i Täby. 23 oktober

Hagerberg, A., Krook, J., Reuterskiöld, D., m fl på ekologgruppen i Landskorna AB. (2004.) *Åmansboken – Vård, skötsel och restaurering av åar i jordbruksbygd*. Saxån-Braåns vatten-vårdskommitté. ISBN 91-631-4875-7

Mossberg, B., Stenberg, L. (2010) *Den nya nordiska floran*. 2. Bonnier Fakta. ISBN 978-91-7424-095-5

Svenskt Vatten AB (2011) *Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utförande*. Stockholm

Elektroniska källor:

Alm, H., Banach, A., Larm, T. (2010) *Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten*. Svenskt Vatten Utveckling [Elektronisk] Rapport 2010-06.

Tillgänglig: http://vav.griffel.net/filer/Rapport_2010-06.pdf (Hämtad 2013-01-23)

Chang, N.B., Islam, M.K., Wanielista, M.P. (2012) *Floating wetland mesocosm assessment of nutrient removal to reduce ecotoxicity in stormwater ponds* [Elektronisk]

Tillgänglig: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13762-012-0061-7> (Hämtad 2013-01-23)

De Stefani, G., Tocchetto, D., Salvato, M., Borin, M. (2011) *Performance of a floating treatment wetland for in-stream water amelioration in NE Italy* [Elektronisk]

<http://link.springer.com/article/10.1007/s10750-011-0730-4> (Hämtad 2013-02-04)

Floating Island International (2013) *BioHaven® Technology*

Tillgänglig: <http://www.floatingislandinternational.com/products/biohaven-technology/> [2013-02-08]

Hassel, L. (2010) *Mångfald i våtmark – metodik för inventering av biologisk mångfald i våtmarker*. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Rapport 2010:3

Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra10_3.pdf (Hämtad 2013-02-05)

Hägerhäll, B., Vidarve, M. (2005) *En bok om svensk vattenförvaltning*. Stockholm: Naturvårdsverket. Rapport 5489. November 2005 ISBN: 91-620-5489-9.pdf

Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5489-9.pdf> (Hämtad 2013-01-30)

Islam, K., Chang, N.B., Marimon, Z., Wanielista, M.P. (2012) *Assessing biological and chemical signatures related to nutrient removal by floating islands in stormwater mesocosms* [Elektronisk]

Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653512005401>
(Hämtad 2013-02-04)

Ljungberg, A. (2012) *Campusplan Vision Alnarp* [Elektronisk]

Tillgänglig: <https://internt.slu.se/Documents/internwebben/infra-lokaler/Byggprojekt%20och%20campus/Alnarp/Campusplan-slutversion%20kompr.pdf> (Hämtad 2013-03-06)

Naturvårdsverket (2013-01-07) *Metaller och organiska miljögifter* <http://www.naturvardsverket.se/Start/Statistik/Metaller/Metaller-och-organiska-miljogifter/> [2013-02-14]

Naturvårdsverket (2010-06-28) *Ammonium, som N (NH₄-N)* [http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Andra-gaser/Ammonium-som-N-NH₄-N/](http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Andra-gaser/Ammonium-som-N-NH4-N/)
[2013-02-14]

Naturvårdsverket (2012-06-12) *Försurning* <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Tillstandet-i-miljon/Forsurning/> [2013-02-14]

Naturvårdsverket (2010-01-12) *Bly (Pb)*

<http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Tungmetaller/Bly/> [2013-02-14]

Naturvårdsverket (2010-01-12) *Koppar (Cu)* <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Tungmetaller/Koppar/> [2013-02-14]

Naturvårdsverket (2010-01-12) *Zink (Zn)* <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Tungmetaller/Zink/> [2013-02-14]

Naturvårdsverket (2009-10-16) *Totalt organiskt kol (TOC)* <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Ovriga-organiska-amnen/Totalt-organiskt-kol/> [2013-02-14]

Naturvårdsverket (2009-11-24) *Fosfor (P-tot)* <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Organiska-amnen/Fosfor/> [2013-02-14]

Naturvårdsverket (2009-11-24) *Kväve (N-tot)* <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Organiska-amnen/Kvave/> [2013-02-14]

© Porex Corporation (u.å.) *Ethylene vinyl acetate* (EVA) <http://www.porex.com/technologies/materials/porous-plastics/ethyl-vinyl-acetate/> [2013-02-17]

Skoog, A.K. (2007) *Våtmarker i urbana miljöer – växtgestaltning och planering*. [Elektronisk]
Tillgänglig: <http://ex-epsilon.slu.se:8080/archive/00002052/01/WEB15MB.pdf> (Hämtad 2013-03-10)

Stewart, F.M., Mulholland, T., Cunningham A.B., Kania, B.G., Osterlund, M.T. (2008) *Floating islands as an alternative to constructed wetlands for treatment of excess nutrients from agricultural and municipal wastes – results of laboratory-scale tests* [Elektronisk]
Tillgänglig: <http://www.floatingislandinternational.com/wp-content/plugins/fii/research/9.pdf> (Hämtad 2013-01-30)

Stockholmsstad (2013-01-18) *Bly*
<http://miljobarometern.stockholm.se/sub.asp?mo=6&dm=3> [2013-02-14]

Stoltz, E., Greger, M. (2002) *Accumulation properties of As, Cd, Cu, Pb and Zn by four wetland plant species growing on submerged mine tailings*
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847202000023> (Hämtad 2013-03-06)

Tanner, C.C., Headley, T.R. (2011) *Components of floating emergent macrophyte treatment wetlands influencing removal of stormwater pollutants*. [Elektronisk]
Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857410003472> (Hämtad 2013-01-24)

Tanner, C.C., Headley, T.R. (2008) *Floating Treatment Wetlands: an Innovative Option for Stormwater Quality Applications* [Elektronisk]
Tillgänglig: <http://www.floatingislandse.com/images/Floating-Treatment-Wetland-Stormwater-India-ICWSWPC.pdf> (Hämtad 2013-01-30)

Van de Moortel, A.M.K., Meers, E., De Pauw, N., Tack, F.M.G. (2010) *Effects of Vegetation, Season and Temperature on the Removal of Pollutants in Experimental Floating Treatment Wetlands* [Elektronisk]
Tillgänglig: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11270-010-0342-z?LI=true>
(Hämtad 2013-02-04)

Vattenliv (u.å.) *Växter- i sump/fuktzon*
<http://www.vattenliv.nu/vattenvaxter-nackrosor/vattenvaxter-vaxter-sump-fuktzon-tradgardsdamm.html> [2013-03-14]

Veg Tech AB (u.å.) *Flytande våtmark*
<http://www.vegtech.se/sv/vattenvegetation/flytande-vatmark.aspx> [2013-02-13]

Figurer

Foton är tillåtna för publicering

Figur 1, 3, 4, 5, 21, 22, 23, 25 & 26: Fotats/gjorts av mig.

Figur 2, 6 och omslagsbild: Veg Tech AB, Fagerås 342 52 VISLANDA

Figur 7: De Stefani, G., Tocchetto, D., Salvato, M., Borin, M. (2011) *Performance of a floating-treatment wetland for in-stream water amelioration in NE Italy* [Elektronisk]
<http://link.springer.com/article/10.1007/s10750-011-0730-4> (Hämtad 2013-02-04)

Figur 8: Fotograf, Naturengland. Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/naturalengland/6185324660/in/faves-65314120@N03/> (Hämtad 2013-02-26)

Figur 9: Fotograf, douneika. Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/81918877@N00/5943404983/in/faves-65314120@N03/> (Hämtad 2013-02-26)

Figur 10: Fotograf, Jon Sullivan. Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/atrnkoczy/3582072961/in/faves-65314120@N03/> (Hämtad 2013-03-14)

Figur 11: Fotograf, Matt Lavin. Tillgänglig: http://www.flickr.com/photos/plant_diversity/5509080437/in/faves-65314120@N03/ (Hämtad 2013-03-14)

Figur 12: Fotograf, Tatiana Bulyonkova. Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/ressau-re/5032483693/> (Hämtad 2013-03-14)

Figur 13: Fotograf, Maja Dumat. Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/blumenbiene/4359123514/> (Hämtad 2013-03-14)

Figur 14: Fotograf, Jörg Hempel. Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/joerghempel/4355366921/> (Hämtad 2013-03-14)

Figur 15: Fotograf, WhatsAllThisThen. Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/33092397@N00/7569914804/> (Hämtad 2013-03-14)

Figur 16: Fotograf, --Tico--. Tillgänglig: http://www.flickr.com/photos/tico_bassie/4592967502/sizes/z/in/photostream/ (Hämtad 2013-03-14)

Figur 17: Fotograf, Stadtkatz. Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/stadtkatze/6263198837/in/faves-65314120@N03/> (Hämtad 2013-03-14)

Figur 18: Fotograf, Nathan Johnson. Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/ingirumimusnotte/5533514189/in/faves-65314120@N03/> (Hämtad 2013-03-14)

Figur 19: Fotograf, Peter Zschunke. Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/pedromiramis/4735295377/> (Hämtad 2013-03-14)

Figur 20: Fotograf, Isidro Martínez. Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/10770266@N04/5513632995/> (Hämtad 2013-03-14)

Figur 24: Fotograf Agneta Ljungberg